

水平管内蒸気流中への注水時に生ずる流動振動  
(振動様式の分類と振動発生限界)

**Flow Oscillations Induced by Injection of  
Subcooled Water into Steam Flow in  
Horizontal Pipe (Classification of Phenomena  
and Threshold of Oscillation Occurrence)**

綾 威雄, 成合 英樹

昭和60年1月

日本機械学会論文集51巻461号 B 編

加圧水型原子炉の冷却材喪失事故において緊急炉心冷却水 (ECC 水) がコールド・レグ部より注入される際、注入水の流動振動が発生する。この振動現象に関してこれまで十分には明らかにされていなかった幾つかの事柄について、実験および解析を通して明らかにするため、ECC 水注入を模擬した小型の装置を用いて実験を行った。実験結果から、水平管内の蒸気流中へ冷水を注入した際の流動振動現象は、水平管内を流れる平均蒸気流束の低い方から順に、ウォーターハンマの伴う水プラグ振動と伴わない水プラグ振動、安定界面および界面逸走の4様式に分類できる。それぞれの振動様式の発生範囲を、蒸気流束、注流束と注水温度からなる3次元様式図の各断面図で示した。種々の実験パラメータが振動様式や圧力振巾・周期に及ぼす影響として特記すべきものは、注入部下流側の流動抵抗の増加が振動発生限界 (水プラグ振動と安定界面の境界) を低蒸気流束側へ移行させることと、上流側蒸気空間の容積の減少が圧力振巾を大きくし周期を短くさせるということが挙げられる。

また、振動発生限界について線形安定論を用いて静的および動的安定解析を行い、実験データとの比較から以下の結果を得た。

(1) 水プラグ振動は、注水部下流の水平界面が動的に不安定となる場合に発生し、その発生限界における蒸気流束は下流の流動抵抗が小さいほど、また、水平界面の熱伝達率が大きいほど増大する。

(2) 下流の流動抵抗が小さい場合に見られる振動限界のヒステリシス現象は、静的安定領域内に存在し、 $h$ によって支配される。すなわち、高い振動限界は振動状態の  $h$  である大きな値に、低い振動限界は安定状態の小さな  $h$  の値に対応する。

(3) 下流の流動抵抗値がある限界を越えるとヒステリシスは現れなくなり、振動限界は静的安定領域の下限に一致するようになる。

**Analysis of a 14-MeV Neutron Streaming  
Through a Narrow Hole Duct Using the Monte  
Carlo Coupling Technique**

モンテカルロ分割結合計算法を用いた  
4MeV 中性子の細管円筒ダクトストリーミング解析

植木 紘太郎, 小川 雄一, 内藤 裕一  
兵藤 和典

昭和60年1月

American Nuclear Society  
Fusion Technology Vol.7 No.1

本研究は名古屋プラズマ研究所で計画中の R-計画において、プラズマ診断用の細管円筒ダクトを貫ぬく 14MeV 中性子のストリーミング問題を、モンテカルロ分割結合計算法で解析したものである。

プラズマ計測室において、円筒ダクトからの中性子ストリーミング効果を詳細に検討するために、このダクトの中心軸上ばかりでなく、中心軸に対し水平方向の中性子線量率分布も広範囲に渡って求めた。ダクトの中心軸上における中性子線量率分布は相対的にゆるやかな変化であったが、水平方向の線量率分布は非常に急激な変化を示した。例えば、水平方向に僅か 5 cm 変化することによって、中性子線量率がおよそ 1 桁も変わる所もあった。一次元ディスクリット・オーディネイトコード ANISN の計算結果と比較し、モンテカルロ分割結合計算結果はプラズマ計測室の広い範囲で明らかな中性子ストリーミング効果を示した。

モンテカルロ計算は全て MORSE-CG コードによるものである。

モンテカルロ分割結合計算法による誤差伝播が ORION コードによって評価された。ORION コードは本研究を通して作成されたものである。細管円筒ダクトの中心軸上における中性子線量率に対する FSD (fractional standard deviation) は、誤差伝播を考慮しても 0.06、即ち 6% 以内であった。しかし、水平方向の線量率に対する FSD は水平方向に 15cm 以上離れると  $0.25 \leq \text{FSD} \leq 0.47$  になったが、それでも 0.5 以下である。したがって、本研究の対象とした中性子ストリーミングを含む大型遮蔽体系の中性子束分布計算に対し、モンテカルロ分割計算法が有効であることが実証できた。

(303)